

**Procedure for controlling gear change process of power transmission entails changing engine torque and clutch torque so heating of friction clutch is reduced**

**Patent number:** DE10043420  
**Publication date:** 2001-04-12  
**Inventor:** BRANDT MARTIN (DE); HIRT GUNTER (DE)  
**Applicant:** LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU (DE)  
**Classification:**  
- international: F16H63/40; F16H61/12  
- european: B60K41/02E; B60K41/10E; B60K41/28E1  
**Application number:** DE20001043420 20000904  
**Priority number(s):** DE20001043420 20000904; DE19991048300 19991006

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE10043420**

The procedure for controlling the gear change process of a power transmission entails changing the engine torque and clutch torque in such a way that heating of the friction clutch is reduced. The gear change process is a power transmission shift up. At the beginning of the gear change process, with the release clutch of the running gear step closed, the output torque loading the drive train is reduced by reducing the engine torque. The friction clutch at the beginning of the gear change process transmits no torque at least as far as possible.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 43 420 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 H 63/40**  
F 16 H 61/12

②① Aktenzeichen: 100 43 420.7  
②② Anmeldetag: 4. 9. 2000  
④③ Offenlegungstag: 12. 4. 2001

**DE 100 43 420 A 1**

⑥⑥ Innere Priorität:

199 48 300. 0      06. 10. 1999

⑦① Anmelder:

LuK Lamellen und Kupplungsbau GmbH, 77815  
Bühl, DE

⑦② Erfinder:

Brandt, Martin, Dr., 93107 Thalmassing, DE; Hirt,  
Gunter, 77889 Seebach, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ **Getriebe**

⑤⑦ Es ist ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechsel-  
vorgangs eines mit einem Antriebsmotor gekoppelten  
und mit einer Reibungskupplung versehenen Lastschalt-  
getriebes eines Fahrzeuges vorgesehen, nach dem eine  
Veränderung des Motormoments und des Kupplungsmo-  
ments durchgeführt wird, derart, daß die Erwärmung der  
Reibungskupplung verringert wird.

**DE 100 43 420 A 1**

## DE 100 43 420 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechselvorgangs eines mit einem Antriebsmotor gekoppelten und mit einer Kupplung, wie Reibungskupplung, versehenen Lastschaltgetriebes eines Fahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens. Hinsichtlich der Vorrichtung sei auf die DE 198 59 458 A verwiesen, deren Inhalt ausdrücklich zum Offenbarungsinhalt der vorliegenden Anmeldung gehört.

Bei bekannten Handschaltgetrieben für beispielsweise Personenkraftwagen muß für den Gangwechselvorgang die Zugkraft vom Verbrennungsmotor zum Antriebsstrang des Fahrzeugs unterbrochen werden, wobei hierzu entweder vom Fahrer des Fahrzeugs oder auch von einem Aktuator ein Anfahrlement in der Form beispielsweise einer Reibungskupplung geöffnet wird. Diese Zugkraftunterbrechung ist für den Benutzer des Fahrzeugs bei jedem Gangwechselvorgang spürbar. Auch bei automatisierten Schaltgetrieben, bei denen der Gangwechselvorgang über einen Aktuator abläuft, findet eine solche Zugkraftunterbrechung statt. Als lastschaltbare Getriebe sind bislang hauptsächlich in Planetenbauart ausgeführte Automatikgetriebe bekannt geworden, die sich zwar in der Praxis bewährt haben, aber aufwendig und damit teuer sind.

Zur Steigerung des Komforts beim Gangwechselvorgang von Kraftfahrzeugen ist auch bereits ein lastschaltbares Getriebe in der Form eines sogenannten unterbrechungsfreien Schaltgetriebes bekannt geworden, welches auch ein Anfahrlement in der Form beispielsweise einer Reibungskupplung besitzt und bei dem zusätzlich auf der Antriebs- oder der Abtriebswelle des Getriebes eine schlupfende Reibungskupplung angeordnet ist, die bei geschlossener Anfahrkupplung und an der Getriebeeingangswelle wirkenden Drehmoment vom Antriebsmotor eine Drehmomentübertragung zwischen der Antriebswelle oder Eingangswelle des Getriebes und der Ausgangswelle oder Abtriebswelle des Getriebes ermöglicht, so daß eine Übertragung des Drehmoments auch während des Gangwechselvorgangs dieses Lastschaltgetriebes möglich ist und damit der Gangwechsel unter Beibehaltung der Zugkraft vom Antriebsmotor auf den Antriebsstrang des Fahrzeugs möglich ist.

Es hat sich gezeigt, daß der mit einem solchen unterbrechungsfreien Lastschaltgetriebe erzielbare Komfort des Fahrzeugs in hohem Maße von der Charakteristik dieser zusätzlichen Reibungskupplung, auf die im weiteren als Lastschaltkupplung Bezug genommen wird, abhängt. Die thermische Belastung dieser Lastschaltkupplung ist insbesondere bei Vollastschaltungen sehr hoch, da bei einer solchen Schaltung weitgehend das gesamte vom Antriebsmotor bereitgestellte Antriebsmoment über die Lastschaltkupplung an den Antriebsstrang des Fahrzeugs zur Vermeidung einer Zugkraftunterbrechung übertragbar sein muß, da andernfalls bei einer vollen Beschleunigung des Fahrzeugs mit vollem vom Antriebsmotor bereitgestellten Motormoment ein Einbruch der Zugkraft vom Fahrer des Fahrzeugs festgestellt werden könnte.

Die thermische Belastung der Lastschaltkupplung nimmt mit ihrer wirkungsmäßigen Anordnung in Richtung auf höhere Gangstufen des Lastschaltgetriebes zu. Wenn das Lastschaltgetriebe beispielsweise fünf Gangstufen für die normale Vorwärtsfahrt des damit ausgerüsteten Fahrzeugs aufweist, so ist die thermische Belastung der Lastschaltkupplung höher, wenn sie auf die fünfte Gangstufe des Getriebes wirkt, als wenn sie an der vierten Gangstufe des Getriebes angreifen würde. Bei einem solchen Getriebe ist aber die Anordnung der Lastschaltkupplung derart, daß sie auf die fünfte Gangstufe des Getriebes wirkt wünschenswert, da andernfalls eine Schaltung des Getriebes vom vierten in den fünften Gang nicht mehr lastschaltend ausgeführt werden könnte und damit von einer Unterbrechung der Zugkraft begleitet werden würde. Um aber eine hohe Standfestigkeit der als Reibungskupplung ausgeführten Lastschaltkupplung zu erreichen, muß eine thermische Überbelastung der Lastschaltkupplung vermieden werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher nunmehr die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechselvorgangs eines Lastschaltgetriebes zu schaffen, welches die thermische Belastung der Lastschaltkupplung zugunsten einer hohen Standfestigkeit der Lastschaltkupplung verringert.

Das zur Lösung dieser Aufgabe geschaffene Verfahren weist die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale auf. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß der Gangwechselvorgang bei einem Lastschaltgetriebe in hohem Maße von dem über die Lastschaltkupplung übertragenen Moment beeinflusst wird. Das Kupplungsmoment beeinflusst beim Gangwechselvorgang das am Antriebsstrang des Fahrzeugs anliegende Abtriebsmoment, die Synchronisationszeit und damit den Zeitbedarf für den Gangwechselvorgang sowie die in die Lastschaltkupplung aufgrund ihres schlupfenden Eingriffs eingetragene Wärme und die Leistung der Lastschaltkupplung. Obwohl es grundsätzlich möglich ist, das Abtriebsmoment während des gesamten Gangwechselvorgangs über das von der Lastschaltkupplung übertragene Moment zu beeinflussen, so führt eine Steuerung des Abtriebsmoments über das Kupplungsmoment zu einem hohen Energieeintrag in die Lastschaltkupplung in der Form von aufgrund des schlupfenden Reibeingriffs der Lastschaltkupplung entstehenden Wärme. Diese Wärme kann bei einer als Reibungskupplung mit zwei oder mehr oder bei in der Form einer Lamellenkupplung ausgeführten Reibungskupplung mit mehreren Kupplungsbelägen ausgeführten Lastschaltkupplung zwar durch Konvektion, Wärmestrahlung oder Transport in die Kupplungsdruckplatte und die Scheibe oder die Scheiben abgeführt werden, führt aber bei schnell hintereinander stattfindenden Lastschaltungen zu einer hohen thermischen Belastung der Lastschaltkupplung, ohne daß zwischen den einzelnen Lastschaltungen eine effektive Verringerung der Temperatur der Lastschaltkupplung stattfinden kann.

Die Erfindung schafft nun durch eine vorteilhafte Steuerung des Gangwechselvorgangs Abhilfe, so daß die in die Lastschaltkupplung eingetragene Energie verringert werden kann, was nicht zuletzt auch für den Kraftstoffverbrauch eines mit einem nach einem solchen Verfahren arbeitenden Lastschaltgetriebe ausgestatteten Fahrzeugs von Vorteil ist, ohne daß der wünschenswerte Schaltkomfort durch zugkraftunterbrechungsfreie Schaltvorgänge negativ beeinflusst wird.

Nach der Erfindung ist nunmehr ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechselvorgangs eines mit einem Antriebsmotor gekoppelten und mit einer Reibungskupplung versehenen Lastschaltgetriebes eines Fahrzeugs vorgesehen, nach dem das Motormoment und das Kupplungsmoment derart verändert wird, daß die in die Reibungskupplung eingetragene Wärme verringert wird, also die Erwärmung der Reibungskupplung verringert wird. Es heißt dies mit anderen Worten, daß bei dem als Lastschaltvorgang ablaufenden Gangwechselvorgang nach dem erfindungsgemäßen Verfahren sowohl

## DE 100 43 420 A 1

das Motormoment als auch das Kupplungsmoment verändert wird und zwar so, daß verglichen mit einem Gangwechselvorgang, bei dem nur das Kupplungsmoment der Lastschaltkupplung verändert wird und das vom Motor bereitgestellte Moment während des Gangwechselvorgangs zumindest weitgehend konstant bleibt, nach der Erfindung sowohl das Motormoment als auch das Kupplungsmoment verändert wird und damit die in die Lastschaltkupplung eingetragene Energie, die dort in Wärme umgesetzt wird, verringert wird.

Hierbei kann zunächst zu Beginn des Gangwechselvorgangs bei geschlossener Schaltkupplung der auszulegenden Gangstufe das den Triebstrang des Fahrzeugs beaufschlagende Abtriebsmoment über eine Verringerung des Motormoments reduziert werden. Damit wird zu Beginn einer Lastschaltung zunächst mittels eines Eingriffs in die Motorsteuerung und nicht durch den Einsatz der Lastschaltkupplung das Motormoment verringert. Zu Beginn des Gangwechselvorgangs ist daher die Lastschaltkupplung offen und überträgt kein Moment. Da sich die Lastschaltkupplung, wenn sie zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle des Lastschaltgetriebes ein Kupplungsmoment überträgt, im schlupfenden Eingriff befindet, führt eine Momentenübertragung durch die Lastschaltkupplung zu einer Temperaturerhöhung der Lastschaltkupplung. Zu Beginn des Lastschaltvorgangs wird aber das Abtriebsmoment nach dem Verfahren über eine Steuerung des Motormoments verringert, so daß die Lastschaltkupplung während dieser Zeitdauer der Verringerung des Abtriebsmoments durch den Motormomenteneingriff unbelastet verbleibt und daher kein Energieeintrag in die Lastschaltkupplung stattfindet.

Nach dieser ersten Verringerung des Abtriebsmoments wird in einem zweiten Schritt die Lastschaltkupplung zur Übertragung eines Kupplungsmoments in Eingriff gebracht. Durch die Lastschaltkupplung soll eine Unterbrechung der Zugkraft vom Antriebsmotor in den Triebstrang des Fahrzeugs während des Schaltvorgangs verhindert werden. Das von der Lastschaltkupplung übertragene Kupplungsmoment kann aufgrund den Schaltkomfort bestimmender Gradienten des Kupplungsmoments nicht sprunghaft erhöht werden, so daß während dieses zweiten Schritts die Lastschaltkupplung allmählich in Eingriff gebracht wird und sich damit das Kupplungsmoment erhöht. Während dieses Vorgangs wird die Verringerung des Abtriebsmoments fortgesetzt und gleichzeitig das Motormoment wieder erhöht. Die Erhöhung des Motormoments auf beispielsweise den maximalen Wert des Motormoments, den der Motor abzugeben in der Lage ist, führt dazu, daß bei einer vollen Beschleunigung des Fahrzeugs mit maximalem Motormoment oder auch mit einem niedrigeren Motormoment keine Zugkraftunterbrechung während des Ausspurvorgangs, also des Auslegens der auszulegenden Gangstufe vom Fahrer des Fahrzeugs festgestellt werden kann. Da in dieser Phase des Gangwechselvorgangs das Kupplungsmoment auf einen Wert zumindest in Höhe des Motormoments erhöht wird, ist der Schlupf zwischen den Reibflächen der Lastschaltkupplung vergleichsweise hoch. Es ist daher von Vorteil, wenn die Zeit, die für das Angleichen des Kupplungsmoments und des Motormoments benötigt wird, kurz gehalten wird. Sobald festgestellt wird, daß das Motormoment und das Kupplungsmoment der Lastschaltkupplung weitgehend gleich sind, kann nach einer Fortbildung des Verfahrens die Schaltkupplung der auszulegenden Gangstufe geöffnet werden.

Um den Ausspurvorgang möglichst schnell durchführen zu können, ist es von Vorteil, wenn bereits vor dem Erreichen der weitgehenden Momentengleichheit des Motormoments und des Kupplungsmoments ein Aktuator die Schaltkupplung mit einer Ausspurkraft beaufschlagt, so daß die Schaltkupplung der auszulegenden Gangstufe geöffnet werden kann, wenn das an der Schaltkupplung der auszulegenden Gangstufe übertragene Moment einen vorbestimmten Schwellenwert unterschritten hat und somit der Ausspurvorgang zeitlich kurz gehalten werden kann. Der Ausspurvorgang kann dabei beispielsweise mittels einer Überwachung der Drehzahl eines Schaltmotors des Aktuators festgestellt werden.

Nach dem Ausspurvorgang und vor dem Einspurvorgang der neuen einzulegenden Gangstufe findet die Synchronisierung statt, während der das Abtriebsmoment alleine durch das von der Lastschaltkupplung übertragene Moment bestimmt wird. Es hat sich daher als vorteilhaft gezeigt, wenn nach dem Verfahren zur Synchronisierung das Motormoment verringert wird und das Kupplungsmoment derart verändert wird, daß das Abtriebsmoment einem nach dem Gangwechselvorgang entsprechenden Abtriebsmoment entspricht.

Da während der Synchronisierung die auszulegende alte Gangstufe bereits kein Moment mehr überträgt und die einzulegende neue Gangstufe noch kein Moment überträgt, wird während der Synchronisierung das Abtriebsmoment durch das von der Lastschaltkupplung übertragene Kupplungsmoment bestimmt. Es ist daher von Vorteil, wenn zur Verkürzung der Synchronisierung das Motormoment so schnell, wie es die Motorsteuerung gestattet, auf einen minimalen Wert reduziert wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung wird daher zur Verkürzung der Synchronisierung der Antriebsmotor nach dem Auslegen der auszulegenden Gangstufe in den Schleppzustand versetzt, was dazu führt, daß das massenträgheitsbedingte Weiterlaufen des Motors verkürzt werden kann. Der in den Schleppzustand versetzte Motor reduziert die Drehzahl des Motors und der Getriebeeingangswelle und beschleunigt den Synchronisationsvorgang und sorgt daher für eine Verringerung der in die Lastschaltkupplung während der Synchronisierung eingetragenen Energie. Diese Vorgehensweise, den Motor schnellstmöglich in den Schleppzustand zu versetzen, setzt einen entsprechend schnell reagierenden Antriebsmotor, also beispielsweise einen schnell reagierenden Verbrennungsmotor voraus. Bei einem Verbrennungsmotor, der es nicht ermöglicht, schnell in den Schleppzustand versetzt werden zu können, ist es von Vorteil, wenn zur Verkürzung der Synchronisierung das Kupplungsmoment über das maximale Motormoment hinaus erhöht wird, so daß die Drehzahl des Antriebsmotors und der Eingangswelle des Lastschaltgetriebes verringert wird. Das auf diese Weise erhöhte Kupplungsmoment bremst den Antriebsmotor aktiv gegen den Triebstrang ab, so daß die Erhöhung des Kupplungsmoments über das maximale Motormoment hinaus zu einer Verkürzung der für die Synchronisierung benötigten Zeitdauer führt und damit der Energieeintrag in die Lastschaltkupplung während der Synchronisierung wieder verringert werden kann.

Nach einer Fortbildung des Verfahrens wird bei weitgehend erfolgter Synchronisierung das Kupplungsmoment und das Motormoment auf weitgehend gleiche Werte eingestellt. Die Schaltkupplung der einzulegenden Gangstufe wird bei weitgehend gleicher Drehzahl und Beschleunigung der Eingangswelle und der Ausgangswelle des Lastschaltgetriebes geschlossen. Während dieses Einspurvorgangs ist die in der Lastschaltkupplung auftretende Schlupfdrehzahl gering und das Kupplungsmoment entspricht zumindest weitgehend dem Motormoment, so daß die in die Lastschaltkupplung eingetragene Energie gering ist. Wenn die Schaltkupplung der neu einzulegenden Gangstufe geschlossen ist, so wird die Lastschaltkupplung geöffnet und damit das Kupplungsmoment verringert. Das Öffnen der Lastschaltkupplung muß da-

## DE 100 43 420 A 1

bei mit einem komfortbestimmenden Gradienten ablaufen, da die Lastschaltkupplung weiterhin Moment überträgt und ein beispielsweise ruckartiges Öffnen der Lastschaltkupplung zu einer sprunghaften Veränderung des Abtriebsmoments im Triebstrang des Fahrzeugs und damit zu einem Schaltrucken führen würde.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist außerdem vorgesehen, daß die Temperatur der Reibungskupplung zur Vermeidung einer thermischen Überbelastung überwacht wird. In die Lastschaltkupplung wird während einer Lastschaltung aufgrund der auf Reibung basierenden Momentenübertragung Energie eingetragen, die in Wärme umgewandelt wird. Die Wärme wird zwar durch Konvektion, Strahlung oder Transport in die Kupplungsdruckplatte und die Scheibe zumindest teilweise abgeführt, erfolgen aber die Lastschaltungen in kurzen zeitlichen Abständen, so erhöht sich die Temperatur der Lastschaltkupplung, ohne daß eine effektive Abgabe der Wärme stattfinden kann. Eine thermische Überbelastung der Lastschaltkupplung kann zu ihrer mechanischen Beschädigung führen.

Es ist daher nach der Erfindung vorgesehen, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung, das Kupplungsmoment in Abhängigkeit von der Temperatur verringert wird. Eine solche Verringerung des Kupplungsmoments ermöglicht zwar weiterhin eine Lastschaltung, führt aber dazu, daß der Schaltkomfort durch die Verringerung des Kupplungsmoments reduziert wird, was dem Fahrer des mit dem Lastschaltgetriebe ausgestatteten Fahrzeugs auch durch die Abnahme des Schaltkomforts mitgeteilt wird, da eine solche zu hohe Temperatur der Lastschaltkupplung in der Regel nur dann auftritt, wenn der Fahrer des Fahrzeuges das Fahrzeug nicht bestimmungsgemäß fährt und beispielsweise aufgrund der Betätigung des Gaspedals schnell aufeinander folgende Pendelschaltungen in den unteren Gängen bei Volllast und hoher Motordrehzahl bewirkt, wird er durch die Abnahme des Schaltkomforts auf sein Fehlverhalten hingewiesen.

Nach einer Weiterbildung des Verfahrens wird nach einer Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung ein Rückschaltvorgang des Lastschaltgetriebes in die erste Gangstufe verhindert. Aufgrund des hohen Stufensprungs zwischen der ersten und der zweiten Gangstufe führt insbesondere ein Lastschaltvorgang von der ersten zur zweiten Stufe zu einer hohen thermischen Belastung der Lastschaltkupplung. Eine weitere Erhöhung der Temperatur der Lastschaltkupplung aufgrund von unter Last stattfindenden Schaltvorgängen aus der ersten in die zweite Gangstufe wird daher dadurch vermieden, daß ein Rückschaltvorgang in die erste Gangstufe verhindert wird.

Darüber hinaus ist es nach dem Verfahren vorgesehen, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung diese während der Synchronisierung auch offen sein kann und damit kein Moment überträgt. Es führt dies zwar zu einer deutlichen Verringerung des Schaltkomforts aufgrund der damit bedingten vollständigen Zugkraftunterbrechung, es wird aber damit eine Beschädigung der Lastschaltkupplung aufgrund einer festgestellten deutlich zu hohen Temperatur vermieden. Dies ist vor dem Hintergrund zu sehen, daß bei einem bestimmungsgemäßen Gebrauch des mit einem solchen Lastschaltgetriebe ausgestatteten Fahrzeugs eine derart hohe Temperatur der Lastschaltkupplung nicht auftritt, sondern Folge eines Fehlverhaltens des Fahrers ist, was ihm durch die vollständige Zugkraftunterbrechung beim Schaltvorgang und dem damit bedingten verringerten Schaltkomfort mitgeteilt wird.

Auch ist nach einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung vorbestimmte Schaltdrehzahlen des Lastschaltgetriebes verringert werden und damit der Energieeintrag in die Lastschaltkupplung vermindert wird. Hierbei ist zu erwähnen, daß die vorstehend geschilderten Maßnahmen nach der Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung in Abhängigkeit von der Höhe der Temperaturüberschreitung alternativ oder auch zusammen zur Anwendung kommen können.

Nach der Erfindung ist es auch vorgesehen, daß die von der Reibungskupplung übertragene Leistung überwacht wird und nach der Feststellung einer Überschreitung einer vorbestimmten Maximalleistung das Kupplungsmoment verringert wird und beispielsweise auf einen Wert bis zum maximalen Motormoment abgesenkt wird, so daß beispielsweise während der Synchronisierung keine Momentenüberhöhung des Kupplungsmoments über das Motormoment hinaus mehr stattfindet, so daß eine Beschädigung der Lastschaltkupplung sicher vermieden werden kann. Mit dieser Maßnahme kann eine Beschädigung der Lastschaltkupplung vermieden werden, noch bevor eine zu hohe Temperatur der Lastschaltkupplung festgestellt werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in

Fig. 1 eine Darstellung von Momentenverläufen aufgetragen über der Zeit während verschiedener Phasen des Gangwechselvorgangs nach einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 2 eine Darstellung ähnlich derjenigen nach Fig. 1 gemäß einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens.

Wenn die als Reibungskupplung ausgebildete Lastschaltkupplung eines unterbrechungsfreien Schaltgetriebes beim Gangwechselvorgang ein Moment zwischen der Eingangs- und Ausgangswelle des Lastschaltgetriebes überträgt und damit einen deutlichen Einbruch der den Triebstrang des Fahrzeugs beaufschlagenden Zugkraft des Motors verhindert, dann befindet sie sich in einem Schlupfzustand und überträgt mittels Reibung ein Moment. Diese auf Reibung basierende Momentenübertragung führt zu einer Erwärmung der Lastschaltkupplung. Ganz allgemein wird die in die Lastschaltkupplung eingetragene Energie bestimmt durch die Zeitdauer der Synchronisation, dem an der Lastschaltkupplung anliegenden Moment sowie der Drehzahldifferenz der Reibpartner der Lastschaltkupplung. Die für die Synchronisierung benötigte Zeit wiederum hängt von der Differenz zwischen dem Motormoment und dem Kupplungsmoment während der Synchronisationsphase ab.

Fig. 1 der Zeichnung zeigt nun einen Verlauf des Abtriebsmoments  $M_{ab}$ , welches den Triebstrang eines Fahrzeuges beaufschlagt, welches ein Lastschaltgetriebe aufweist, bei dem der Gangwechselvorgang nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gesteuert wird, des Motormoments  $M_{V-Mot}$  und des Kupplungsmoments  $M_{L-SK}$  der Lastschaltkupplung, aufgetragen über der Zeit während eines Gangwechselvorgangs ohne Zugkraftunterbrechung. Der Gangwechselvorgang ist dabei in einzelne Phasen a bis e unterteilt. Bei dem Gangwechselvorgang kann es sich um einen vollständig oder auch nur teilweise automatisierten Gangwechselvorgang oder Schaltvorgang eines unterbrechungsfreien Schaltgetriebes handeln.

Der Schaltvorgang kann bei einem gegebenen Abtriebsmoment  $M_{ab}$  beispielsweise dadurch eingeleitet werden, daß eine aufgrund der Drehmomentcharakteristik des Antriebsmotors vorgegebene Schaltdrehzahl erreicht worden ist. Bei dem hier diskutierten Gangwechselvorgang handelt es sich um einen unter Last durchgeführten Hochschaltvorgang, also

## DE 100 43 420 A 1

beispielsweise einem Schaltvorgang von der ersten Gangstufe in die zweite Gangstufe des Lastschaltgetriebes.

Zu Beginn der Lastschaltung, also in der ersten Phase a wird das Abtriebsmoment bei geschlossener Schaltkupplung der auszulegenden Gangstufe unter Zuhilfenahme der Motorsteuerung abgesenkt und zwar derart, daß das Motormoment  $M_{V-Mot}$  mit einem für den Fahrer des Fahrzeugs komfortablen Gradienten verändert, d. h. abgesenkt wird. Während dieser Phase a des Gangwechselvorgangs bleibt die Lastschaltkupplung LSK offen und überträgt kein Kupplungsmoment, wird also auch nicht aufgrund einer Momentenübertragung thermisch belastet.

Wenn dahingegen während dieser ersten Phase des Gangwechselvorgangs gemäß einer weniger vorteilhaften Strategie das Abtriebsmoment über einen kombinierten Eingriff in die Motorsteuerung und eine Erhöhung des Kupplungsmoments im  $M_{LSK}$  verändert werden würde, so würde in diesem Bereich a aufgrund maximalem Schlupf zwischen den Reibpartnern der Lastschaltkupplung eine hohe Energie in die Lastschaltkupplung eingebracht werden und sie dadurch thermisch hoch belastet werden, was vermieden werden soll. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird daher zu Beginn des Gangwechselvorgangs das Abtriebsmoment durch eine Verringerung des Motormoments reduziert.

In der sich an die Phase a anschließende Phase b wird die Reduktion des Abtriebsmoments fortgesetzt. Da aber während des Gangwechselvorgangs die Zugkraft erhalten bleiben soll, wird nun die Lastschaltkupplung LSK in Eingriff gebracht. Bei einem unter Vollast ablaufenden Schaltvorgang wird unter Beibehaltung der Zugkraft oder unter nur geringfügiger Reduktion der Zugkraft ein vom Fahrer des Fahrzeugs als komfortabel empfundener Schaltvorgang erreicht, wenn das verfügbare Motormoment auf den Maximalwert angehoben wird, was während der Phase b durchgeführt wird. Gleichzeitig wird das Kupplungsmoment der Lastschaltkupplung erhöht, da während des sich anschließenden Ausspurvorgangs der auszulegenden Gangstufe das Motormoment und das Kupplungsmoment gleiche Werte aufweisen müssen.

Die Lastschaltkupplung wird also nach dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht schon mit dem Beginn der Verringerung des Abtriebsmoments in Einsatz gebracht, sondern erst zu einem Zeitpunkt, nachdem das Abtriebsmoment bereits durch eine Motorsteuerung deutlich verringert worden ist. Wenn sich das Motormoment und das Kupplungsmoment auf etwa gleichem Niveau befinden, dann kann die Schaltkupplung der auszulegenden aktuellen Gangstufe geöffnet werden. Dies findet zu Beginn der mit c bezeichneten dritten Phase statt. Um diesen Ausspurvorgang möglichst schnell durchzuführen zu können, wird in der Phase b an die Schaltkupplung, beziehungsweise deren Schaltmuffe bereits eine Ausspurkraft eines Aktuators angelegt, so daß sichergestellt ist, daß die Schaltkupplung geöffnet wird, sobald das an der Schaltkupplung übertragene Moment einen Schwellenwert unterschritten hat. Der Ausspurvorgang kann dabei beispielsweise durch eine Beobachtung der Drehzahl eines Schaltmotors des Aktuators überwacht werden.

Während der mit c bezeichneten Phase des Schaltvorgangs findet die Motor- und Getriebesynchronisation statt. Die auszulegende Gangstufe ist bereits ausgelegt und die neue einzulegende Gangstufe befindet sich noch nicht im Eingriff, so daß während dieser Phase der Synchronisierung das den Triebstrang des Fahrzeugs beaufschlagende Abtriebsmoment alleine durch das von der Lastschaltkupplung übertragene Kupplungsmoment bestimmt wird. Damit die von der Lastschaltkupplung in Wärme umgesetzte Energie gering bleibt, ist es von Vorteil, das Motormoment während der Synchronisierung möglichst schnell auf einen sehr geringen Wert zu reduzieren. Von besonderem Vorteil ist es, den Motor während der Synchronisierung schnell in den Schubbetrieb oder Schleppzustand zu versetzen, was durch eine entsprechende Steueranweisung an die Motorsteuerung schnell realisiert werden kann. Ein in den Schleppzustand versetzter Motor führt nämlich zu einer Reduzierung der Drehzahl von Motor und Getriebeeingangswelle, beschleunigt den Synchronisationsvorgang und sorgt damit aufgrund der kurzen Synchronisationszeit für einen kleinen Energieeintrag in die Lastschaltkupplung und damit für eine nur geringe Erwärmung der Lastschaltkupplung. Wenn der Antriebsmotor einen schnellen Übergang in den Schubbetrieb nicht zuläßt und es sich daher um einen Motor mit geringerer Dynamik handelt, so kann es von Vorteil sein, das Kupplungsmoment der Lastschaltkupplung während der Synchronisierung über das maximale Motormoment hinaus zu erhöhen, wodurch das massenträgheitsbedingte Weiterlaufen des Verbrennungsmotors abgekürzt wird, der Motor also aktiv gebremst wird und auf diese Weise die Synchronisationszeit wieder verringert wird. Dies führt wieder zu einer Verringerung des Energieeintrags in die Lastschaltkupplung während der Synchronisationsphase. Bei dieser Vorgehensweise ist aber zu beachten, daß die Momentenüberhöhung des Kupplungsmoments über das maximale Motormoment hinaus zu einer erhöhten Temperaturbelastung der Lastschaltkupplung führen kann, was aber mittels einer Überwachung der Temperatur der Lastschaltkupplung festgestellt werden kann.

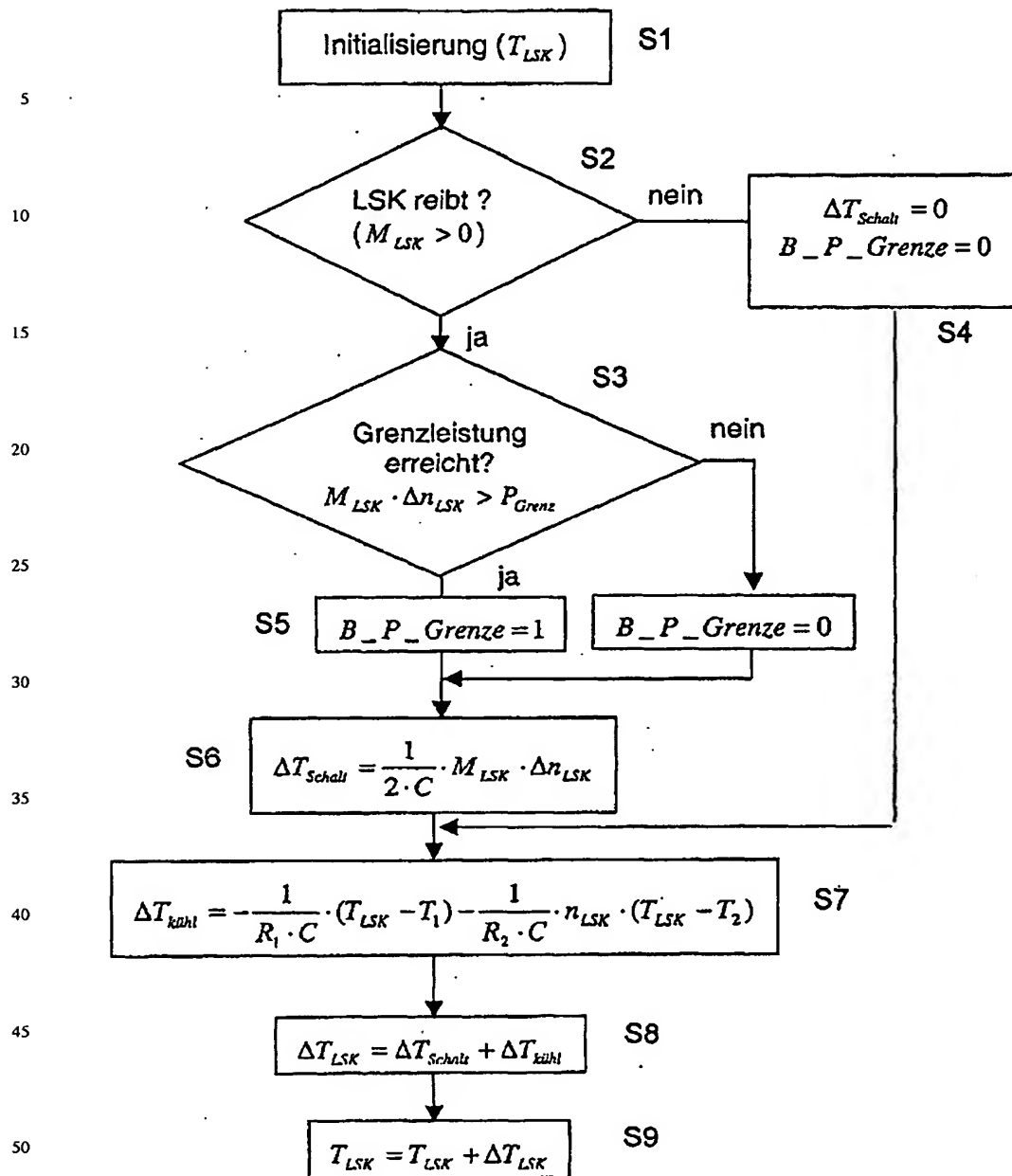
Wenn die zum Einlegen der neuen einzuspurenden Gangstufe erforderliche Zieldrehzahl durch den Synchronisationsvorgang weitgehend erreicht worden ist, so kann die Schaltkupplung der neuen Gangstufe bei Gleichheit der Drehzahl und der Beschleunigung der zu verbindenden Schaltelemente geschlossen werden. Hierzu wird das Motormoment an das Kupplungsmoment angepaßt, was zu Ende der Phase c anhand der Fig. 1 ersichtlich ist. Da sich damit das Motormoment und das Kupplungsmoment auf gleichem Niveau befinden und die Schlupfdrehzahl der Lastschaltkupplung gering ist, ist während der Einspurphase d der Energieeintrag in die Lastschaltkupplung gering.

Nach Abschluß des Einspurvorgangs der neu einzulegenden Gangstufe kann die Lastschaltkupplung mit einem komfortbestimmenden Gradienten geöffnet werden, d. h. das Kupplungsmoment mit einem komfortbestimmenden Gradienten verringert werden, wobei darauf zu achten ist, daß dieser Vorgang möglichst schnell abläuft, da die Lastschaltkupplung weiterhin Moment überträgt und sich damit im wärmeerzeugenden Schlupfzustand befindet.

Da die Lastschaltkupplung während der gesamten Momentenübertragung einer thermischen Belastung unterliegt, ist es von Vorteil, die Temperatur der Lastschaltkupplung zu überwachen, wobei dies beispielsweise über Temperatursensoren stattfinden kann, oder auch mittels eines Temperaturmodells, welches aktuelle Temperaturen der Lastschaltkupplung rechnerisch bestimmt.

Bei einer derartigen rechnerischen Bestimmung kann als Ausgangstemperatur beispielsweise die Kühlmitteltemperatur oder auch die Öltemperatur des Fahrzeugs beim Start herangezogen werden. Mit dieser Temperatur  $T_{LSK}$  wird ein Verfahren zur Bestimmung der Temperatur der Lastschaltkupplung initialisiert. Das nachfolgende Schema zeigt den Ablauf der Bestimmung der Temperatur der Lastschaltkupplung auf:

## DE 100 43 420 A 1



55 Nach dem Schritt der Initialisierung (Schritt S1) folgt im Schritt S2 die Feststellung, ob sich die Lastschaltkupplung im Eingriff befindet und damit reibt, ob also das Moment  $M_{LSK}$  größer Null ist.

Wenn dem so ist, dann wird in einem nächsten Schritt S3 überprüft, ob die Grenzleistung der Lastschaltkupplung erreicht ist, ob also die Maximalleistung an der Lastschaltkupplung erreicht worden ist, so daß eine sofortige Reduzierung des Kupplungsmoments bis beispielsweise zum maximalen Motormoment eine Beschädigung der Lastschaltkupplung verhindern könnte.

60 Wenn im Schritt S2 festgestellt wurde, daß sich die Lastschaltkupplung nicht im Eingriff befindet, dann wird in einem Schritt S4 eine Schaltdifferenztemperatur  $\Delta T_{Schalt}$  mit Null festgesetzt und festgelegt, daß die Grenzleistung der Lastschaltkupplung nicht erreicht worden ist, also eine Bitvariable  $B\_P\_Grenze$  zu Null festgesetzt wird.

Im Schritt S5 wird festgestellt, ob die Grenzleistung der Lastschaltkupplung erreicht worden ist ( $B\_P\_Grenze = 1$ ) oder ob dies nicht der Fall ist ( $B\_P\_Grenze = 0$ ).

65 Beim Schritt S6 erfolgt die Berechnung der durch den Schaltvorgang bedingten Temperaturerhöhung mit dem Kupplungsmoment  $M_{LSK}$  und der Schlupfdrehzahl der Lastschaltkupplung  $\Delta n_{LSK}$  sowie der Wärmekapazität  $C$ .

Im nächsten Schritt S7 wird dann der Abkühlung durch Konvektion, Strahlung oder Transport in die Kupplungsdruckplatte und die Scheibe Rechnung getragen, so daß sich im Schritt S8 die Temperaturveränderung der Lastschaltkupplung



## DE 100 43 420 A 1

aus der Temperaturveränderung durch den Schaltvorgang und der Temperaturveränderung durch das Abkühlen der Lastschaltkupplung ergibt und sich die Temperatur der Lastschaltkupplung  $T_{LSK}$  im Schritt S9 aus der um die Temperaturveränderung der Lastschaltkupplung  $\Delta T_{LSK}$  und der Temperatur vor dem Schaltvorgang ergibt.

Wenn nun eine zu hohe Temperatur der Lastschaltkupplung anhand des vorstehend beschriebenen Ablaufschemas festgestellt worden ist, so kann hierauf in Abhängigkeit von der festgestellten Temperaturüberschreitung in unterschiedlicher Weise reagiert werden.

So ist es möglich, das Maximalmoment, das während des Gangwechselvorgangs an der Lastschaltkupplung anliegt, zu reduzieren und zwar beispielsweise in der Form einer temperaturabhängigen Reduzierung des maximalen Kupplungsmoments bis zum maximalen Motormoments und in der Synchronisationsphase keine Momentenüberhöhung mehr vorzunehmen. Dies führt dazu, daß Schaltvorgänge weiterhin lastschaltend durchgeführt werden, aber mit geringerem Komfort, da das Abtriebsmoment während der Synchronisation gesenkt wird. Der Fahrer eines mit einem solchen Lastschaltgetriebe ausgestatteten Fahrzeugs kann diese Verringerung des Schaltkomforts feststellen und daraufhin beispielsweise seine Fahrweise entsprechend modifizieren.

Auch kann ein Rückschaltvorgang vom zweiten in die erste Gangstufe bei einer festgestellten zu hohen Temperatur der Lastschaltkupplung verhindert werden, da der darauf folgende Hochschaltvorgang vom ersten in die zweite Gangstufe aufgrund des größten Stufensprungs zwischen dem ersten und dem zweiten Gang mit einem maximalen Energieeintrag in die Lastschaltkupplung verbunden ist.

Auch ist es möglich, daß bei einer festgestellten deutlich zu hohen Temperatur der Lastschaltkupplung der Hochschaltvorgang mit Zugkraftunterbrechung durchgeführt wird, so daß während der Motor- und Getriebesynchronisation die Lastschaltkupplung offen bleibt und nur mehr das Schleppmoment des Antriebsmotors für eine Motor- und Getriebesynchronisation sorgt.

Zur Verringerung des Energieeintrags in die Lastschaltkupplung ist es auch möglich, die Schaltdrehzahl, insbesondere in den unteren Gängen des Lastschaltgetriebes, die für einen hohen Energieeintrag in die Lastschaltkupplung verantwortlich sind, zu senken, so daß die Schlupfdrehzahl der Lastschaltkupplung abnimmt.

Die vorstehend genannten Maßnahmen können je nach Höhe der festgestellten Temperaturüberschreitung gesteuert zum Einsatz kommen, wohingegen, wenn festgestellt wird, daß die maximale Leistung der Lastschaltkupplung überschritten wird, eine sofortige Reduzierung des Kupplungsmoments auf beispielsweise das maximale Motormoment von Vorteil ist, um eine Beschädigung der Lastschaltkupplung zu vermeiden.

Fig. 2 der Zeichnung zeigt nun einen Momentenverlauf ähnlich demjenigen nach Fig. 1 mit dem Unterschied, daß während der Phase der Synchronisierung das Kupplungsmoment  $M_{LSK}$  deutlich über das maximale Motormoment  $M_{Mot}$  erhöht wird, so daß zur Verkürzung der Synchronisationszeit durch das erhöhte Kupplungsmoment der Antriebsmotor zusätzlich aktiv gebremst wird, so daß der Zeitbedarf für die Motor- und Getriebesynchronisation verkürzt wird und damit die Zeitspanne verringert wird, die benötigt wird, um die Drehzahldifferenz zwischen der Schaltdrehzahl und der Synchrondrehzahl oder Zieldrehzahl des neu einzulegenden Gangs zu verringern.

Die Erfindung schafft daher ein Verfahren zur Steuerung eines Gangwechselvorgangs, so daß die in die Reibungskupplung eingetragene Energie, die in dieser zu einer Temperaturerhöhung führt, verringert wird. Ein Energieeintrag in die Lastschaltkupplung findet dann statt, wenn sie ein Moment überträgt und an ihren Reibflächen ein Drehzahlunterschied besteht. Die Lastschaltkupplung bremst beim Lasthochschaltvorgang den Antriebsmotor und die Getriebeeingangswelle gegen die Getriebeabtriebswelle und den Triebstrang des Fahrzeugs ab. Dieser Synchronisationsvorgang kann durch eine Verringerung des Motormoments oder durch eine Steuerung des Motors derart, daß er sich im Schleppzustand befindet, unterstützt werden, da der Motor dann den Synchronisationsvorgang verkürzt und hierdurch den Energieeintrag in die Lastschaltkupplung verringert. Vor und nach der Synchronisationsphase des Lastschaltgetriebes müssen das Motormoment und das Kupplungsmoment angeglichen werden. Wenn während der Synchronisationsphase das Kupplungsmoment über das maximale Motormoment hinaus erhöht worden ist, so muß die Erhöhung und die Absenkung des Kupplungsmoments mit komfortbestimmenden Gradienten durchgeführt werden, da die Kupplungscharakteristik während der Synchronisationsphase das Abtriebsmoment alleine bestimmt und somit sprunghafte Änderungen des Kupplungsmoments zu vermeiden sind. Dahingegen können sprunghafte Veränderungen des Motormoments durchaus von Vorteil sein, wenn nämlich der Antriebsmotor schnell vom Zug in den Schubzustand versetzt werden kann und er damit zu einer Verkürzung der Synchronisationszeit beiträgt.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teilerklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen beziehungsweise Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten beziehungsweise Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.



## DE 100 43 420 A 1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Gangwechselvorgangs eines mit einem Antriebsmotor gekoppelten und mit einer Reibungskupplung versehenen Lastschaltgetriebes eines Fahrzeuges, **gekennzeichnet durch** eine Veränderung des Motormoments und des Kupplungsmoments derart, daß die Erwärmung der Reibungskupplung verringert wird.
2. Verfahren insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gangwechselvorgang ein Lasthochschaltvorgang ist.
3. Verfahren insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn des Gangwechselvorgangs bei geschlossener Schaltkupplung der auszulegenden Gangstufe das den Triebstrang des Fahrzeuges beaufschlagende Abtriebsmoment über eine Verringerung des Motormomentes reduziert wird.
4. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Reibungskupplung zu Beginn des Gangwechselvorgangs zumindest weitgehend kein Moment überträgt.
5. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer ersten Verringerung des Abtriebsmoments das Motormoment und das Moment der Reibungskupplung erhöht wird solange bis das Motormoment und das Kupplungsmoment weitgehend gleich sind.
6. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung der auszulegenden Gangstufe bei weitgehend gleichem Motormoment und Kupplungsmoment geöffnet wird.
7. Verfahren insbesondere nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bereits vor dem Erreichen der weitgehenden Momentengleichheit ein Aktuator die Schaltkupplung mit einer Ausspurkraft beaufschlägt.
8. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Synchronisierung das Motormoment verringert wird und das Kupplungsmoment derart verändert wird, daß das Abtriebsmoment einem nach dem Gangwechselvorgang entsprechenden Abtriebsmoment entspricht.
9. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verkürzung der Synchronisierung der Antriebsmotor in den Schleppzustand versetzt wird.
10. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verkürzung der Synchronisierung das Kupplungsmoment über das maximale Motormoment hinaus erhöht wird, so daß die Drehzahl des Antriebsmotors und der Eingangswelle des Lastschaltgetriebes verringert wird.
11. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei weitgehend erfolgter Synchronisierung das Kupplungsmoment und das Motormoment auf weitgehend gleiche Werte eingestellt werden.
12. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkupplung der einzulegenden Gangstufe bei weitgehend gleicher Drehzahl und Beschleunigung der Eingangswelle und der Ausgangswelle des Lastschaltgetriebes geschlossen wird.
13. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Reibungskupplung nach dem Gangwechselvorgang geöffnet wird.
14. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur der Reibungskupplung zur Vermeidung einer thermischen Überbelastung überwacht wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung das Kupplungsmoment in Abhängigkeit der Temperatur verringert wird.
16. Verfahren insbesondere nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung das Abtriebsmoment während der Synchronisierung verringert wird.
17. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung ein Rückschaltvorgang des Lastschaltgetriebes in die erste Gangstufe verhindert wird.
18. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung die Reibungskupplung während der Synchronisierung offen ist.
19. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß nach Feststellung einer zu hohen Temperatur der Reibungskupplung vorbestimmte Schaltdrehzahlen des Lastschaltgetriebes verringert werden.
20. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Reibungskupplung übertragene Leistung überwacht wird und nach Feststellung einer Überschreitung einer vorbestimmten Maximalleistung das Kupplungsmoment verringert wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Kupplungsmoment auf das maximale Motormoment verringert wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

This Page Blank (uspto)

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 100 43 420 A1  
F 16 H 63/40  
12. April 2001

Fig.1

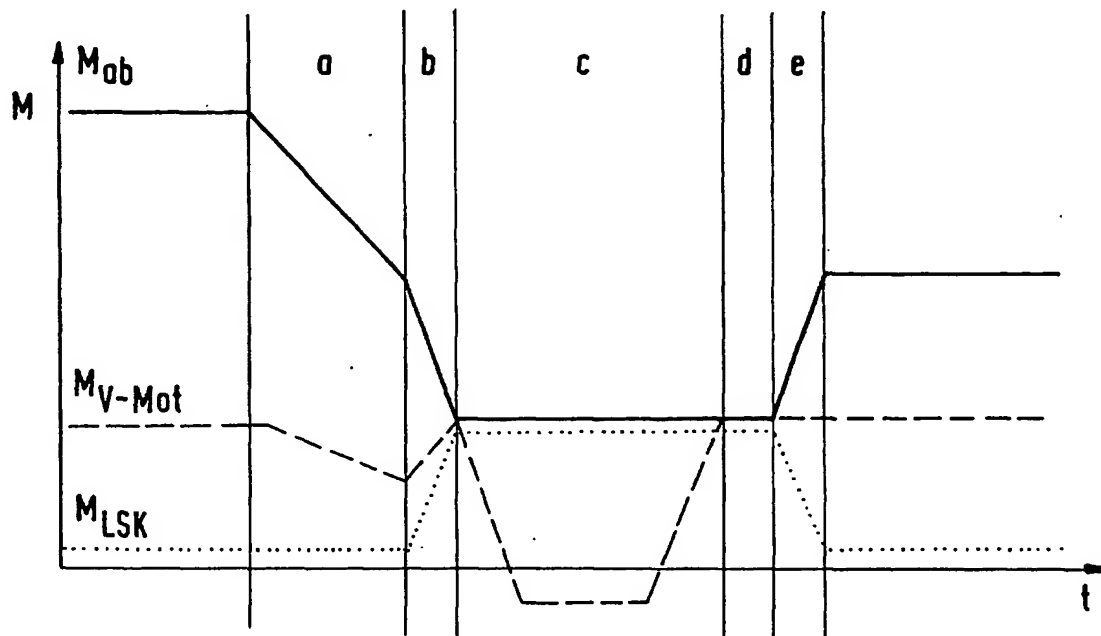
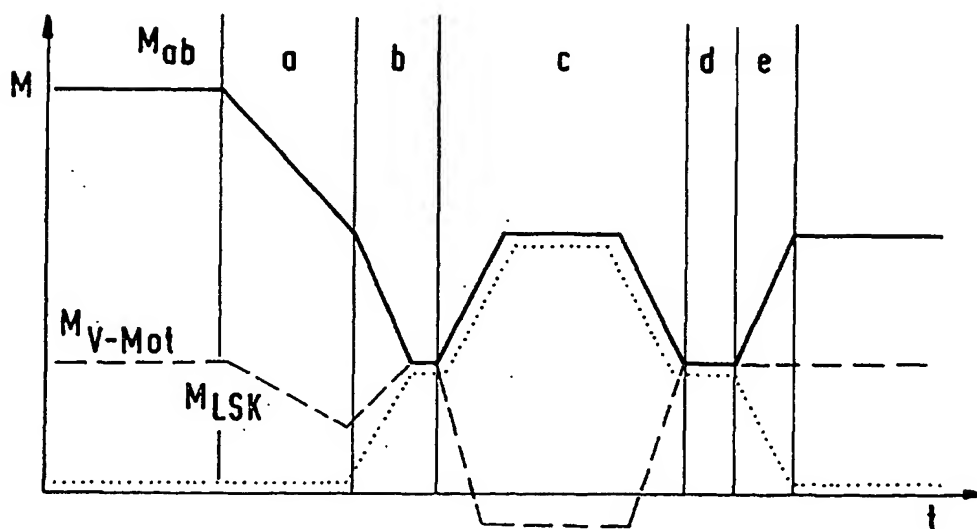


Fig.2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**